



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**PENYEDIAAN DAN PENCIRIAN KARBON AKTIF DARIPADA HAMPAS  
SAGU**

**SHARIZAN AHMAD**

**FSAS 2000 39**

**PENYEDIAAN DAN PENCIRIAN KARBON AKTIF DARIPADA HAMPAS  
SAGU**

**Oleh**

**SHARIZAN AHMAD**

**Tesis Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Syarat Untuk Memperolehi  
Ijazah Master Sains Di Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia**

**November 2000**



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**PENYEDIAAN DAN PENCIRIAN KARBON AKTIF DARIPADA  
HAMPAS SAGU**

Oleh

**SHARIZAN AHMAD**

**November 2000**

**Pengerusi : Profesor Madya Zulkarnain Zainal, Ph. D**

**Fakulti : Sains dan Pengajian Alam Sekitar**

Hampas sagu merupakan bahan buangan daripada industri pengestrakan kanji daripada batang pokok rumbia. Dianggarkan sebanyak 74000 tan hampas sagu telah dihasilkan setahun di mana sebahagian besar dibuang ke dalam sungai dan merupakan bahan pencemar utama bagi sungai-sungai yang berdekatan dengan industri tersebut.

Penukaran hampas sagu kepada karbon aktif telah dilakukan dengan menggunakan larutan  $\text{ZnCl}_2$  dan gas  $\text{CO}_2$  sebagai agen pengaktifan. Proses pengkarbonan ke atas hampas sagu telah dilakukan selama 3 jam diikuti oleh pengaktifan menggunakan gas  $\text{CO}_2$  selama 1 jam. Berbagai kepekatan larutan  $\text{ZnCl}_2$  dan suhu telah digunakan sebagai parameter untuk menentukan beberapa sifat yang terdapat pada karbon aktif yang telah disediakan.

Beberapa pencirian fisiko-kimia terhadap tekstur permukaan luaran, permukaan dalaman dan sifat penjerapan dalam fasa gas dan cecair ke atas karbon aktif yang disediakan telah dilakukan. Terdapat dua jenis liang utama yang mendominasi karbon aktif iaitu liang mikro dan meso. Bagi karbon aktif yang disediakan dengan impregnasi antara 0-10 % larutan  $\text{ZnCl}_2$  liang yang terbentuk adalah jenis mikro manakala impregnasi antara 15-40 % liang yang terbentuk adalah jenis meso. Luas permukaan maksimum karbon aktif yang disediakan bagi semua keadaan suhu telah diperolehi apabila hampas sagu diimpregnasi dengan kepekatan  $\text{ZnCl}_2$  melebihi 15 % dan semua karbon aktif yang disediakan adalah bersifat berasid.

Karbon aktif yang disediakan pada suhu 500 °C dan diimpregnasi dengan 15 % larutan  $\text{ZnCl}_2$  (KA 15 %  $\text{ZnCl}_2$  500 °C) telah digunakan untuk proses penjerapan larutan metilena biru, fenol dan ion logam ( $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$ ). Penjerapan larutan metilena biru adalah mengikut isoterma Freundlich manakala bagi penjerapan larutan fenol dan ion logam ( $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$ ) mengikut isoterma BET.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in  
fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

**PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ACTIVATED CARBON  
FROM SAGO WASTE**

By

**SHARIZAN AHMAD**

**November 2000**

**Chairman : Associate Professor Zulkarnain Zainal, Ph.D.**

**Faculty : Science and Environmental Studies**

Sago waste is a by product of starch extraction, which is produced from rumbia tree. Approximately, 74000 tonnes of sago waste are generated in a year and most of the sago waste is discarded into rivers and it has been a major cause of pollution for the rivers nearby.

The conversion of sago waste into activated carbon was performed using  $\text{ZnCl}_2$  solution and  $\text{CO}_2$  gas as the activating agents. The carbonization process of sago waste was done for 3 hours followed by activation using  $\text{CO}_2$  gas for an hour. Various concentration of  $\text{ZnCl}_2$  solutions and temperatures were investigated in the preparation of the activated carbon.

Several physico-chemical characterizations of the internal surface texture and adsorption properties in gas and liquid phase of the prepared activated carbon were performed. Two types of pores which dominate the activated carbon are

known as mesopores and micropores. The activated carbon prepared with impregnation between 0-10 % of  $\text{ZnCl}_2$  solutions contained more micropores, whereas impregnation between 15-40 %, contained more mesopores. The surface area of the activated carbon reached maximum at 15 % of  $\text{ZnCl}_2$  impregnation for all temperatures investigated. All activated carbons prepared in this study are acidic.

The activated carbon prepared at 500 °C and 15 % of  $\text{ZnCl}_2$  impregnation (KA 15 %  $\text{ZnCl}_2$  500 °C) was used in the adsorption process of methylene blue, phenol and metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$ ). Adsorption of methylene blue solution followed the Freundlich isotherm, whereas adsorption of phenol and metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$ ) followed the BET isotherm equation.

## PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah segala puji kepada Allah kerana dengan izin dan pertolonganNya maka tesis ini berjaya disiapkan. Jutaan terima kasih kepada penyelia, Prof. Madya Dr. Zulkarnain Zainal yang banyak menyumbang idea, kritikan, kata-kata semangat serta kepercayaan kepada saya dalam menyiapkan tesis ini. Terima kasih juga kepada Prof. Madya Dr. Mohd Zobir Hussein, Prof. Madya Dr. Md. Jelas Haron, Prof. Madya Dr. Ramli Ibrahim dan Prof. Madya Dr. Zaizi Desa di atas kerjasama yang telah diberikan.

Istimewa untuk emak, ayah dan keluarga yang telah memberi semangat, bantuan dan keyakinan sehingga tesis ini berjaya disiapkan. Buat Encik Kamal, Encik Abas, Encik Nazri, Mr. Ho, Cik Azilah, Encik Bakri Din (UKM), terima kasih atas kerjasama dan bantuan yang telah disumbangkan sepanjang menjalankan penyelidikan ini.

Tidak dilupakan buat teman-teman seperjuangan, Hussein, Saiful, Shaberi, Laili, Yamin, Siva, Shing Tat, Ali dan penghuni Makmal Lama 2 atas segala bantuan kalian secara langsung atau tidak langsung membantu dalam penyelidikan ini. Terima kasih semua.

Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Sharizan bin Ahmad telah mengadakan pemeriksaan akhir pada 16 November 2000 untuk menilai tesis Master Sains beliau yang bertajuk "Penyediaan dan Pencirian Karbon Aktif Daripada Hampas Sagu" mengikut Akta Universiti Pertanian Malaysia ( Ijazah Lanjutan ) 1980 dan Peraturan-Peraturan Universiti Pertanian Malaysia ( Ijazah Lanjutan ) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahkan ijazah tersebut. Anggota Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut:

**TAUFIQ YAP YUN HIN, Ph.D,**  
Pensyarah  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

**ZULKARNAIN BIN ZAINAL, Ph.D,**  
Profesor Madya,  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**MOHD ZOBIR BIN HUSSEIN, Ph.D,**  
Profesor Madya,  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

**MD. JELAS BIN HARON, Ph.D,**  
Profesor Madya,  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)



.....  
**MOHD. GHAZALI MOHAYIDIN**  
Profesor  
Timbalan Dekan Pusat Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh: 16 FEB 2001



Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

.....  
**KAMIS BIN AWANG, Ph.D,**  
Profesor Madya  
Dekan Pusat Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh:

## PENGAKUAN

Saya mengaku bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli melainkan petikan dan sedutan yang telah diberi penghargaan di dalam tesis. Saya juga mengaku bahawa tesis ini tidak dimajukan untuk ijazah-ijazah lain di Universiti Putra Malaysia atau institusi-institusi lain.

  
.....  
( SHARIZAN BIN AHMAD )

Tarikh: 12 . 2 , 2001

# KANDUNGAN

## Muka Surat

<b>ABSTRAK</b>	ii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>PENGHARGAAN</b>	vi
<b>PENGESAHAN</b>	vii
<b>PENGAKUAN</b>	ix
<b>KANDUNGAN</b>	x
<b>SENARAI JADUAL</b>	xii
<b>SENARAI RAJAH</b>	xiv
<b>SENARAI PLAT</b>	xix
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xx

## BAB

<b>I</b>	<b>Pengenalan</b>	1
1.1	Sejarah Penggunaan Karbon Aktif	1
1.2	Karbon Aktif	2
1.3	Struktur Karbon Aktif	4
1.4	Ciri-Ciri Karbon Aktif	5
1.4.1	Luas Permukaan	5
1.4.2	Keliangan	6
1.4.3	Kumpulan Berfungsi di Permukaan Karbon Aktif	7
1.5	Penyediaan Karbon Aktif	9
1.5.1	Pengkarbonan	9
1.5.2	Pengaktifan	10
1.6	Pokok Sagu	12
1.7	Penggunaan Karbon Aktif	15
1.8	Proses Penjerapan	15
1.8.1	Penjerapan Fasa Gas	18
1.8.2	Penjerapan Fasa Cecair	23
	<b>Objektif Kajian</b>	28
<b>II</b>	<b>Kaedah</b>	29
2.1	Bahan Kimia	29
2.2	Penyelenggaraan Hampas Sagu Mentah	29
2.3	Penyediaan Karbon Aktif Daripada Hampas Sagu	30
2.3.1	Pengaktifan Kimia Menggunakan Larutan $ZnCl_2$	32
2.3.2	Proses Pengkarbonan dan Pengaktifan Fizikal	32
2.3.3	Pembasuhan Karbon Aktif	33
2.4	Pencirian Hampas Sagu dan Karbon Aktif	33

2.4.1	Kestabilan Terma	33
2.4.2	Kandungan Logam	34
2.4.3	Analisis Morfologi Struktur dan Kandungan Logam	34
2.4.4	Kandungan Unsur Karbon, Hidrogen, Nitrogen dan Oksigen	35
2.4.5	Kandungan Air	35
2.4.6	Kandungan Kelembapan	36
2.4.7	Peratus Hasil	36
2.4.8	pH	37
2.4.9	Kandungan Abu	37
2.4.10	Luas Permukaan, Keluasan dan Jenis Jerapan	38
2.4.11	Nombor Iodin	38
2.5	Penggunaan Karbon Aktif Yang Disediakan	39
2.5.1	Kajian Kinetik Bagi Larutan Metilena Biru dan Fenol	39
2.5.2	Isoterma Penjerapan	40
<b>III</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	42
3.1	Pemprosesan Hampas Sagu	42
3.2	Unsur-Unsur Yang Terdapat Dalam Hampas Sagu	44
3.3	Kestabilan Terma	45
3.4	Kesan Bahan Pengimpregnasi Larutan $ZnCl_2$ ke Atas Hampas Sagu	48
3.5	Penjerapan $ZnCl_2$ ke Atas Hampas Sagu	50
3.6	Kajian Struktur Luaran Menggunakan Mikroskop Pengimbasan Elektron (SEM)	52
3.6.1	Hampas Sagu Mentah dan Hampas Sagu Yang Telah Diimpregnasi Dengan Larutan $ZnCl_2$	52
3.6.2	Permukaan Karbon Aktif Sebelum dan Selepas Pembasuhan Dengan Larutan HCl 1.0 M	55
3.7	Peratus Hasil	63
3.8	Nombor Iodin	65
3.9	Kandungan Abu	68
3.10	Kandungan Kelembapan	70
3.11	Analisis Kandungan Unsur Karbon, Nitrogen dan Oksigen	70
3.12	pH	74
3.13	Isoterma Penjerapan Gas $N_2$ Pada Suhu $-196^\circ C$	75
3.14	Taburan Saiz Liang	83
3.15	Kesan Impregnasi $ZnCl_2$ Terhadap Beberapa Sifat Karbon Aktif	89
3.16	Kesan Perubahan Suhu dan Larutan $ZnCl_2$ Terhadap Beberapa Sifat Pada Karbon Aktif	96

3.17	Penggunaan Karbon Aktif Yang Disediakan	104
3.17.1	Kinetik Jerapan Larutan Metilena Biru dan Fenol	104
3.17.2	Isoterma Penjerapan Larutan Fenol	110
3.17.3	Isoterma Penjerapan Larutan Metilena Biru	115
3.17.4	Penjerapan Larutan Ion $\text{Cu}^{2+}$ dan $\text{Ni}^{2+}$	120
<b>IV</b>	<b>KESIMPULAN</b>	128
	<b>RUJUKAN</b>	131
	<b>BIODATA</b>	136

## SENARAI JADUAL

Jadual	Muka Surat
1 : Pengkelasan jenis liang mengikut lebar garis pusat	6
2 : Komponen-komponen yang terdapat dalam hampas sagu	14
3 : Bahan kimia dan peralatan yang digunakan bagi penyediaan dan pencirian karbon aktif daripada hampas sagu	29
4 : Peratus kandungan unsur karbon, dan nitrogen di dalam hampas sagu yang ditentukan secara analisis unsur CHNSO	44
5 : Kandungan unsur-unsur mineral yang terdapat dalam hampas sagu	44
6 : Peratus kandungan air dan abu yang terdapat dalam hampas sagu	44
7 : Kandungan abu yang terdapat pada karbon aktif daripada hampas sagu yang telah disediakan pada pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	69
8 : Peratus kandungan kelembapan bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu pada pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	70
9 : Kesan bahan pengimpregnasi $\text{ZnCl}_2$ terhadap pembentukan kandungan karbon, dan nitrogen di dalam hampas sagu dan karbon aktif ditentukan secara analisis unsur CHNSO	71
10 : Kesan suhu terhadap pembentukan unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen	71
11 : Pemalar-pemalar persamaan Langmuir dan Freundlich bagi penyerapan larutan fenol ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C )	111

12	:	Pemalar-pemalar persamaan Langmuir dan Freundlich bagi penyerapan larutan metilena biru ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C )	116
13	:	Pemalar- pemalar persamaan Langmuir dan Freundlich bagi penyerapan pelbagai kepekatan larutan ion logam $\text{Cu}^{2+}$ dan $\text{Ni}^{2+}$ ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C )	121

## SENARAI RAJAH

Rajah	Muka Surat
1 : Struktur grafit (a) dan karbon hablur turbostratik (b)	4
2 (a) : Dua kumpulan berfungsi utama yang terdapat pada permukaan karbon aktif yang bersifat berbes	8
2 (b) : Dua kumpulan berfungsi utama yang terdapat pada permukaan karbon aktif yang bersifat berasid	8
3 : Pokok rumbia yang di tanam secara ladang	13
4 : Jenis-jenis isoterma jerapan mengikut pengkelasan Brunnaer,	21
5 : Pengkelasan bentuk isoterma penjerapan jenis II yang telah dilakukan oleh de Boer	22
6 : Keadaan molekul bahan terjerap pada permukaan dan liang-liang bahan penjerap	24
7 : Lakaran rajah peralatan yang digunakan untuk penyediaan karbon aktif	31
8(a) : Keluk termogram bagi hampas sagu	46
8(b) : Keluk termogram hampas sagu yang diimpregnasi dengan 5 % $\text{ZnCl}_2$	47
9 : Kandungan Zn yang terjerap ke dalam hampas sagu semasa proses impregnasi dengan larutan $\text{ZnCl}_2$	51
10(a) : Spektrum analisis EDX bagi hampas sagu	54
10(b) : Spektrum analisis EDX bagi hampas sagu yang telah diimpregnasi dengan 10 % $\text{ZnCl}_2$	55
11(a) : Spektrum analisis EDX bagi karbon aktif ( KA 10 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	57
11(b) : Spektrum analisis EDX bagi karbon aktif ( KA 20 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	58
11(c) : Spektrum analisis EDX bagi karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	58



12	:	Spektrum analisis EDX bagi karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C) yang telah dibasuh dengan HCl 1.0 M	61
13	:	Peratus hasil karbon aktif yang diperolehi pada pelbagai keadaan suhu dan peratus bahan pengimpregnasi $\text{ZnCl}_2$	64
14	:	Penjerapan iodin bagi karbon aktif yang disediakan pada pelbagai keadaan suhu dan peratus bahan pengimpregnasi $\text{ZnCl}_2$	66
15(a)	:	Isoterma penjerapan gas $\text{N}_2$ pada suhu -196 °C ke atas karbon aktif yang disediakan pada suhu 400 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	76
15(b)	:	Isoterma penjerapan gas $\text{N}_2$ pada suhu -196 °C ke atas karbon aktif yang disediakan pada suhu 500 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	77
15(c)	:	Isoterma penjerapan gas $\text{N}_2$ pada suhu -196 °C ke atas karbon aktif yang disediakan pada suhu 600 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	78
15(d)	:	Isoterma penjerapan gas $\text{N}_2$ pada suhu -196 °C ke atas karbon aktif yang disediakan pada suhu 700 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	79
15(e)	:	Isoterma penjerapan gas $\text{N}_2$ pada suhu -196 °C ke atas karbon aktif yang disediakan pada suhu 800 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	80
16(a)	:	Taburan saiz liang bagi karbon aktif yang disediakan pada suhu 400 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	84
16(b)	:	Taburan saiz liang bagi karbon aktif yang disediakan pada suhu 500 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	85
16(c)	:	Taburan saiz liang bagi karbon aktif yang disediakan pada suhu 600 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	86
16(d)	:	Taburan saiz liang bagi karbon aktif yang disediakan pada suhu 700 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	87
16(e)	:	Taburan saiz liang bagi karbon aktif yang disediakan pada suhu 800 °C dan pelbagai kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$	88

17(a)	: Luas permukaan BET bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu dengan 5 % impregnasi larutan $\text{ZnCl}_2$ dan tanpa rawatan larutan $\text{ZnCl}_2$	90
17(b)	: Isipadu liang mikro bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu dengan 5 % impregnasi larutan $\text{ZnCl}_2$ dan tanpa rawatan larutan $\text{ZnCl}_2$	91
17(c)	: Luas permukaan liang mikro bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu dengan 5 % impregnasi larutan $\text{ZnCl}_2$ dan tanpa rawatan larutan $\text{ZnCl}_2$	94
17(d)	: Jumlah isipadu liang bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu dengan 5 % impregnasi larutan $\text{ZnCl}_2$ dan tanpa rawatan larutan $\text{ZnCl}_2$	95
18(a)	: Kesan pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$ terhadap pembentukan luas permukaan BET bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu	98
18(b)	: Kesan pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$ terhadap pembentukan isipadu liang-liang mikro bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu	100
18(c)	: Kesan pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$ terhadap pembentukan luas permukaan liang-liang mikro bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu	102
18(d)	: Kesan pelbagai suhu dan kepekatan larutan $\text{ZnCl}_2$ terhadap pembentukan jumlah isipadu liang bagi karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu	103
19(a)	: Kinetik penjerapan larutan metilena biru (400 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	106
19(b)	: Kinetik penjerapan larutan fenol (101.3 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	107
19(c)	: Graf persamaan Langergan bagi penjerapan larutan metilena biru (400 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	108

19(d) :	Persamaan Langergen bagi penjerapan larutan fenol (101.3 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	109
20(a) :	Isoterma penjerapan larutan fenol ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	112
20(b) :	Isoterma penjerapan Langmuir bagi larutan fenol (169.316 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	113
20(c) :	Isoterma penjerapan Freundlich bagi larutan fenol (169.316 mg/L) ke atas karbon karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	114
21(a) :	Isoterma penjerapan larutan metilena biru (400 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	117
21(b) :	Isoterma penjerapan Langmuir bagi larutan metilena biru (400 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	118
21(c) :	Isoterma penjerapan Freundlich bagi larutan metilena biru (400 mg/L) ke atas karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	119
22(a) :	Isoterma penjerapan pelbagai kepekatan larutan ion logam $\text{Cu}^{2+}$ ke atas permukaan karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	122
22(b) :	Isoterma penjerapan pelbagai kepekatan larutan ion logam $\text{Ni}^{2+}$ ke atas permukaan karbon aktif (KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	123
22(c) :	Isoterma penjerapan Langmuir bagi larutan ion $\text{Cu}^{2+}$ pada pelbagai kepekatan ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	124
22(d) :	Isoterma penjerapan Freundlich bagi larutan ion $\text{Cu}^{2+}$ pada pelbagai kepekatan ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	125
22(e) :	Isoterma penjerapan Freundlich bagi larutan ion $\text{Ni}^{2+}$ pada pelbagai kepekatan ke atas karbon aktif ( KA 15 % $\text{ZnCl}_2$ 500 °C)	126

22(f) : Isoterma penjerapan Freundlich bagi larutan ion  $\text{Ni}^{2+}$   
pada pelbagai kepekatan ke atas karbon aktif  
( KA 15 %  $\text{ZnCl}_2$  500 °C)

127

## SENARAI PLAT

Plat	Muka Surat
1 : Hampas sagu yang baru diproses	43
2(a) : Fotomikrograf bagi hampas sagu	53
2(b) : Fotomikrograf bagi hampas sagu yang telah diimpregnasi dengan 10 % $\text{ZnCl}_2$	53
3 : Fotomikrograf karbon aktif yang belum dibasuh dengan HCl 1.0 M dan disediakan pada suhu 500 °C	56
4(a) : Fototmikrograf karbon aktif yang telah dibasuh dengan larutan HCl 1.0 M dan diimpregnasi dengan 15 % $\text{ZnCl}_2$	60
4(b) : Fototmikrograf karbon aktif yang telah dibasuh dengan larutan HCl 1.0 M dan diimpregnasi dengan 40 % $\text{ZnCl}_2$	60
5(a) : Fotomikrograf bagi karbon aktif yang telah dibasuh dengan HCl 1.0 M	62
5(b) : Fotomikrograf bagi karbon aktif yang telah dibasuh dengan HCl 1.0 M	62

## SENARAI SINGKATAN

BDDT	Brunauer, Demming, Demming dan Teller
BET	Brunauer, Emmet dan Teller
CH <sub>4</sub>	Metana
CO	Karbon monoksida
EDX	Tenaga serakan sinar x
HCl	Asid hidroklorik
KA 0 % ZnCl <sub>2</sub> 500 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang tidak diimpregnasi dengan ZnCl <sub>2</sub> dan suhu pemanasan 500 °C
KA 15 % ZnCl <sub>2</sub> 400 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang diimpregnasi dengan larutan ZnCl <sub>2</sub> sebanyak 15 % dan suhu pemanasan 400 °C
KA 15 % ZnCl <sub>2</sub> 500 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang diimpregnasi dengan larutan ZnCl <sub>2</sub> sebanyak 15 % dan suhu pemanasan 500 °C
KA 15 % ZnCl <sub>2</sub> 700 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang diimpregnasi dengan larutan ZnCl <sub>2</sub> sebanyak 15 % dan suhu pemanasan 700 °C
KA 15 % ZnCl <sub>2</sub> 800 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang diimpregnasi dengan larutan ZnCl <sub>2</sub> sebanyak 15 % dan suhu pemanasan 800 °C
KA 40 % ZnCl <sub>2</sub> 500 °C	Karbon aktif yang disediakan daripada hampas sagu yang diimpregnasi dengan larutan ZnCl <sub>2</sub> sebanyak 40 % dan suhu pemanasan 500 °C
SIRIM	Institut Piawaian dan Penyelidikan Industri Malaysia
SEM	Mikroskop pengimbasan elektron
UKM	Universiti Kebangsaan Malaysia
UV/VIS	Cahaya ultra ungu/ cahaya nampak
w/v	Berat ZnCl <sub>2</sub> yang digunakan/jumlah isipadu pelarut
ZnCl <sub>2</sub>	Zink klorida

## **BAB I**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Sejarah Penggunaan Karbon Aktif**

Karbon aktif merupakan bahan penjerap yang tidak asing lagi terutama dalam industri makanan, Crouse, penggunaan bahan penjerap, menyahwarna dan menganggap arang telah berjaya memusnahkan bahan-bahan atau kandungan yang merbahaya. Pada zaman Napoleon, bagi menyahwarna atau menulinkan kandungan gula (Mattson dan Mark, Pada kurun ke lapan belas beberapa kajian mengenai penggunaan arang telah dihasilkan. Karl Scheele pada tahun 1773 telah mendapati bahawa arang boleh digunakan bagi proses penjerapan gas dan diikuti oleh Lovit pada tahun 1785 yang mendapati bahawa arang boleh menjerap kandungan bahan organik apabila direndam di dalam bekas yang mengandungi asid tartarik (Jankowska *et al.*, 1991).

Penyelidikan mengenai keunikan arang telah dilakukan secara pesat di mana pada kurun kedua puluh penggunaan ion logam telah dimulakan bagi menghasilkan karbon aktif yang mempunyai ciri keupayaan penjerapan yang

tinggi. Pada tahun 1900 Ostrejko telah mempatenkan kegunaan beberapa larutan halida logam untuk tujuan pengaktifan kimia bagi penggunaannya dengan bahan-bahan berasaskan tumbuhan bagi menghasilkan karbon aktif. Buat pertama kalinya pada tahun 1914, karbon aktif telah dihasilkan secara komersil menggunakan  $\text{ZnCl}_2$  bagi tujuan menyahwarna pewarna yang terdapat dalam industri makanan dan kimia (Jankowska *et al.*, 1991).

Sejak 30 tahun yang lepas, banyak kajian telah dilakukan mengenai teknologi penjerapan bagi meningkatkan kualiti dan penggunaan karbon aktif telah dilakukan secara meluas (Lynam *et al.*, 1995). Di samping itu, kajian juga menjurus kepada penghasilan karbon aktif dengan kos yang rendah, berkualiti dan sesuai digunakan untuk pelbagai tujuan. Banyak kajian dilakukan bagi mencari bahan pengaktif dan parameter yang sesuai untuk penyediaan karbon aktif.

## **1.2 Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah hasil daripada bahan berkarbon yang diproses bagi menghasilkan satu struktur yang mempunyai liang-liang seni yang banyak dan luas permukaan dalaman yang besar (Tsai *et al.*, 1997; Ahmadpour dan Do, 1997). Karbon aktif berbeza daripada arang walaupun kedua-duanya mengalami proses pengkarbonan bagi mengeluarkan kandungan bahan bukan berkarbon bagi menghasilkan liang-liang mikro di mana ciri-ciri tertentu seperti luas permukaan



dan saiz liang yang terdapat di dalam karbon aktif dapat dikawal melalui proses pengaktifan (Morena-Castilla *et al.*, 1995).

Menurut Jankowska *et al.* (1991), bahan mentah untuk menghasilkan karbon aktif perlu melalui dua proses iaitu pengkarbonan dan pengaktifan. Proses pengaktifan boleh dilakukan secara kimia atau fizikal. Karbon aktif yang terhasil mempunyai beberapa ciri penting seperti kandungan unsur karbon yang tinggi antara 87-97 %, kandungan bahan mineral bukan organik (1-20 %), isipadu liang di antara 0.2 cm<sup>3</sup> dan 1.0 cm<sup>3</sup> dan luas permukaan dalaman di antara 400 dan 1000 m<sup>2</sup>/g.

Karbon aktif boleh disediakan daripada pelbagai sumber terutamanya bahan yang mengandungi unsur karbon yang tinggi seperti tulang haiwan, arang batu, abuk kayu, tanah gambut, kulit kacang, kayu dan lain-lain (Toles *et al.*, 1997). Ia juga tidak terhad kepada unsur berkarbon daripada tumbuh-tumbuhan sahaja, malah boleh juga disediakan daripada tayar, karbon hitam, abu, sisa berkarbon daripada industri petroleum dan bahan buangan industri polimer (Jankowska *et al.*, 1991). Sejak kebelakangan ini tumpuan telah diberikan kepada penyediaan karbon aktif daripada sisa buangan industri pertanian seperti jerami, sekam padi, biji-bijian (Laszlo *et al.*, 1997) yang berpotensi untuk dikomersilkan kerana kos penyediaan yang rendah dan penghasilan karbon aktif dengan kualiti yang baik.